

**POTENSI SIMPANAN KARBON HUTAN TANAMAN JATI
(*Tectona grandis*) STUDI KASUS DI KABUPATEN KUPANG
DAN BELU PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR
(*Carbon Sink Potency of Tectona grandis Plantation, a Case Study
at Belu & Kupang Regency, East Nusa Tenggara Province*)**

Oleh/By :

Dhany Yuniati¹ dan Hery Kurniawan²

^{1,2} Balai Penelitian Kehutanan Kupang, Jalan Untung Suropati No. 7 Airnona Kupang
Email : aisuli@yahoo.com, dhanyuniati@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Land used for plantation forest is an activity which could increase carbon sequestration. In NTT province, can be found plantation forest of Teak (*Tectona grandis*), Ampupu (*Eucalyptus urophylla*) and mahoni (*Swietenia macrophylla*) spread on many place, in which the carbon stock potentials have not been identified yet. This research was aimed to achieve carbon stock data for teak species in mineral land plantation forest with extremely dry climate region through allometric model for improving forestry green house gases sequestration factor of two regencies in the Province. The result shows that highest carbon stock of teak forest in Kupang Regency refer to Ketterings allometric is 148,48 ton/ha, and referring to Pérez, L.D. & Kanninen allometric is 145,32 ton/ha, which occurred in class III age. The lowest carbon stock refers to Ketterings allometric is 106,59 ton/ha, to Pérez, L.D. & Kanninen allometric is 107,04 ton/ha, It's occurred in age class V. The highest carbon stock of teak forest in Belu Regency refers to Ketterings allometric is 205,41 ton/ha, and refers to Pérez, L.D. & Kanninen allometric is 203,43 ton/ha, which occurred in age class VIII. The lowest carbon stock refers to Ketterings allometric is 63,65 ton/ha, to Pérez, L.D. & Kanninen allometric is 69,29 ton/ha, It's occurred in age class IV. Both, Ketterings and Pérez, L.D. & Kanninen allometric gives the near same results. The trend of Carbon sink among age class of teak forest area in Kupang regency could be estimated and drawn by a very low slope line, and just the same in every class age whether refers to Ketterings or Pérez, L.D. & Kanninen allometric. The trend of Carbon sink among age class of teak forest area in Belu regency shows a rather high slope and upraising line gradually, in line with upraising of age class.*

Keyword: carbon stock potencies, teak forest, East Nusa Tenggara,

ABSTRAK

Pemanfaatan lahan menjadi suatu hutan tanaman merupakan salah satu kegiatan yang dapat meningkatkan simpanan/serapan karbon. Di Propinsi NTT banyak dijumpai hutan tanaman jenis jati (*Tectona grandis*), ampupu (*Eucalyptus urophylla*), dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) dimana potensi stok karbonnya belum terdeteksi. Penelitian ini bertujuan menghasilkan data stok karbon untuk jenis Jati (*Tectona grandis*) pada hutan tanaman tanah mineral pada daerah beriklim ekstrim kering melalui model *allometrik* untuk perbaikan faktor emisi/serapan GRK Kehutanan di 2 (dua) kabupaten di Prop. NTT. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa stok karbon tertinggi pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Kupang menurut *allometrik* Ketterings sebesar 148,48 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen sebesar 145,32 ton/ha yang terletak pada kelas umur III. Stok karbon terendah pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Kupang menurut *allometrik* Ketterings sebesar 106,59 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen sebesar 107,04 ton/ha yang terletak pada kelas umur V. Stok karbon tertinggi pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Belu menurut *allometrik* Ketterings sebesar 205,41 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen sebesar 203,43 ton/ha yang terletak pada kelas umur VIII. Stok karbon terendah pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Belu menurut *allometrik* Ketterings sebesar 63,65 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. &

Kanninen sebesar 69,29 ton/ha yang terletak pada kelas umur IV. Stok karbon menurut *allometrik* Kettering dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen sebesar menunjukkan hasil yang hampir sama. *Trend* simpanan karbon antar kelas umur pada kawasan hutan jati di Kab. Kupang menunjukkan grafik yang mendatar atau hampir sama pada setiap kelas umur. *Trend* simpanan karbon antar kelas umur pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kab. Belu menunjukkan *trend* naik seiring naiknya kelas umur.

Kata kunci: potensi simpanan karbon, hutan jati, NTT,

I. PENDAHULUAN

Sektor Kehutanan dalam konteks perubahan iklim termasuk ke dalam sektor LULUCF (*Land use, land use change and forestry*) adalah salah satu sektor penting yang harus dimasukkan dalam kegiatan inventarisasi gas rumah kaca (GRK) (Wibowo, 2009). Laporan Stern (2007) menyebutkan bahwa kontribusi sektor LULUCF terhadap emisi GRK sebesar 18%, sedangkan *First National Communication* melaporkan bahwa kontribusi LULUCF di Indonesia terhadap emisi GRK sebesar 74%.

Dalam kaitannya dengan tata guna lahan, kehutanan merupakan sektor yang paling disorot dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Hutan dalam konteks perubahan iklim dapat berperan sebagai penyerap/penyimpan (*sink*) maupun sebagai pengemisi (*source*) karbon. Hutan merupakan penyimpan karbon tertinggi bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan (SPL) pertanian, dikarenakan keragaman pohonnya yang tinggi, dengan tumbuhan bawah dan seresah di permukaan tanah yang banyak (Hairiyah, 2007).

Emisi gas rumah kaca (GRK) yang terjadi di sektor kehutanan umumnya bersumber dari deforestasi (konversi hutan untuk penggunaan lain seperti pertanian, perkebunan, pemukiman, pertambangan, prasarana wilayah, dll) dan degradasi (penurunan kualitas hutan akibat illegal logging, kebakaran, *over cutting*, perladangan berpindah (*slash and burn*) dan perambahan). Deforestasi dan degradasi meningkatkan sumber emisi, sedangkan aforestasi, reforestasi dan kegiatan pertanaman lainnya meningkatkan simpanan/serapan karbon.

Stern (2007), mengungkapkan bahwa upaya mitigasi untuk mengurangi sumber emisi atau meningkatkan penyerapan emisi GRK yang berbasis tata guna lahan dipercaya merupakan kegiatan yang lebih murah dibandingkan dengan melakukan mitigasi emisi melalui kegiatan lain.

Menurut Hairiyah (2007), pengukuran jumlah karbon (C) yang disimpan dalam tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman, sedangkan pengukuran C yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan karbon dioksida (CO₂) yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran .

Pemanfaatan lahan menjadi suatu hutan tanaman merupakan salah satu kegiatan yang dapat meningkatkan simpanan/serapan karbon. Kawasan hutan di Propinsi Nusa Tenggara Timur banyak dijumpai hutan tanaman jenis jati (*Tectona grandis*). Di Kabupaten Kupang telah dilakukan penanaman jati (*Tectona grandis*) seluas 5.454 ha di dalam kawasan hutan (Anonim, 1994). Sedangkan di Kabupaten Belu menurut buku register tanaman Dinas Kehutanan Kabupaten Belu telah dilakukan penanaman jati (*Tectona grandis*) di dalam kawasan hutan seluas 1.311,95 ha. Selama ini potensi simpanan karbon pada hutan tanaman jati tersebut belum diketahui.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Kupang dan Belu Propinsi Nusa Tenggara Timur. Untuk Kabupaten Kupang penelitian dilakukan di kelompok hutan Sisimeni Sanam. Sedangkan di Kabupaten Belu penelitian dilakukan di kelompok hutan Udukama, Lakaan Mandeu dan Bifemnasi Sonmahole.

B. Waktu, Bahan & Alat Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Maret s/d Desember 2010. Bahan yang digunakan adalah tegakan hutan tanaman jati (*Tectona grandis*), peta pendukung, data sekunder. Sedangkan alat yang digunakan antara lain : alat pembuatan plot (tali, cangkul, linggis, roll meter, parang); alat pengukuran (*phi-band*, hagameter dan timbangan), GPS, kompas, dsb.

C. Metode Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Terlebih dahulu dilakukan stratifikasi terhadap hutan tanaman jati yang ada yang didasarkan pada kelas umur (KU). Pada setiap kelas umur di buat plot (20m x 100m) sebanyak 3 buah, dimana posisi plot tersebut mewakili variasi kerapatan. Di dalam masing-masing plot dibuat sub plot (5m x 40m).

1. Simpanan karbon di atas permukaan tanah (*above ground*)

Untuk mengetahui simpanan karbon di atas permukaan tanah terlebih dahulu dilakukan pengukuran biomasa di atas tanah meliputi pengukuran biomasa pohon, tumbuhan bawah, serersah dan nekromas. Setelah diketahui besarnya nilai biomasa maka nilai simpanan karbon merupakan 0,46 dari nilai biomasa.

a. Mengukur biomasa pohon

Pengukuran biomasa pohon dilakukan dengan cara '*non destructive*' pada plot untuk pohon yang berdiameter >30 cm, sub plot untuk pohon yang berdiameter 5-30 cm, dan dilakukan pengukuran diameter batang setinggi dada dan tinggi.

Menetapkan berat jenis (BJ) kayu dari masing-masing jenis pohon dengan jalan memotong kayu dari salah satu cabang, lalu mengukur panjang, diameter dan menimbang berat basahnya. Kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 100°C selama 48 jam dan menimbang berat keringnya. Menghitung volume dan BJ kayu dengan rumus sebagai beriku :

$$\text{Volume (cm}^3) = \mu \square R^2 T$$
$$\text{BJ (gr/cm}^3) = \frac{\text{Berat kering (gr)}}{\text{Volume (cm}^3)}$$

Dimana:

R = jari-jari potongan kayu = 1/2 x Diameter (cm)

T = panjang kayu (cm)

Menghitung biomasa pohon dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Dalam hal ini akan diperbandingkan hasil kandungan biomasa antara allometrik yang dikembangkan oleh Ketterings dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen (2003).

Tabel 1. Persamaan Allometrik untuk Menghitung Biomasa Pohon
 Table 1. Allometric Equation for Estimating Tree Biomass

Jenis Pohon	Estimasi Biomasa Pohon (kg/pohon)	Sumber
Pohon bercabang	$BK = 0.11 * BJ * D^{2.62}$	Ketterings, 2001
<i>Tectona grandis</i> (Jati)	$Y = 0.153 \times DBH^{2.382}$	Pérez, L.D. & Kanninen (2003)

Keterangan:

BK = berat kering; D = diameter pohon, cm; H = tinggi pohon, cm; $\mu = 3,14$
 Y = berat kering (kg/phn); DBH = diameter setinggi dada (cm)
 (diameter batang pohon)

b. Mengukur biomasa tumbuhan bawah (*understorey*)

Dilakukan dengan metode '*destructive*' (merusak bagian tanaman). Tumbuhan bawah yang diambil sebagai contoh adalah semua tumbuhan hidup berupa pohon yang berdiameter < 5 cm, herba dan rumput-rumputan.

Menempatkan 6 buah kuadran (0,5m x 0,5m) di dalam sub plot secara acak

Menimbang berat basah daun atau batang, mengambil sub-contoh sekitar 100-300g.

Mengeringkan dalam dioven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam. Menimbang berat keringnya.

Pengolahan data

Menghitung biomasa yang merupakan total berat kering tumbuhan bawah per kuadran dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total BK (gr)} = \frac{\text{BK sub contoh (gr)}}{\text{BB sub contoh (gr)}} \times \text{Total BB (gr)}$$

c. Mengukur estimasi penyimpanan karbon pada nekromasa dan seresah

Nekromasa dibedakan menjadi 2 kelompok : nekromasa berkayu dan nekromasa tidak berkayu.

Pengukuran biomasa nekromas berkayu dilakukan dengan cara '*non destructive*' pada plot untuk yang berdiameter >30 cm, sub plot untuk yang berdiameter 5-30 cm dan mencatat nama setiap nekromas berkayu, dan mengukur diameter batang setinggi dada dan tinggi.

Menetapkan berat jenis (BJ) kayu dari masing-masing jenis nekromas berkayu dengan jalan memotong kayu dari salah satu cabang, lalu mengukur panjang, diameter dan menimbang berat basahnya. Kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 100°C selama 48 jam dan menimbang berat keringnya. Menghitung volume dan BJ kayu dengan rumus sebagai beriku :

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = \mu \square R^2 T$$

$$\text{BJ (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat kering (gr)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

Dimana:

R = jari-jari potongan kayu = $\frac{1}{2} \times \text{Diameter (cm)}$

T = panjang kayu (cm)

Menghitung biomasa nekromas berkayu dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Dalam hal ini akan diperbandingkan hasil kandungan biomasa antara allometrik yang dikembangkan oleh Ketterings dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen (2003) seperti halnya penghitungan biomasa pada pohon

Nekromasa tidak berkayu

Pengambilan contoh seresah kasar langsung setelah pengambilan contoh biomasa tumbuhan bawah, dilakukan pada titik contoh dan luas kuadran yang sama dengan yang dipakai untuk pengambilan contoh biomasa tumbuhan bawah.

Mengambil semua sisa-sisa bagian tanaman mati, daun-daun dan ranting-ranting gugur yang terdapat dalam tiap-tiap kuadran

Menimbang berat basah, mengambil sub-contoh sekitar 100-300g. Mengeringkan sub-contoh biomasa tanaman yang telah diambil dalam dioven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam. Menimbang berat keringnya dan mencatat dalam blanko

Pengolahan data

Menghitung biomasa yang merupakan total berat kering tumbuhan bawah per kuadran dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total BK (gr)} = \frac{\text{BK sub contoh (gr)}}{\text{BB sub contoh (gr)}} \times \text{Total BB (gr)}$$

2. Pengukuran simpanan karbon tanah dan kandungan hara tanah lainnya

Ada 2 (dua) macam contoh tanah yang harus diambil yaitu :

a. Contoh tanah terganggu untuk analisis karbon tanah di laboratorium

Mengambil contoh tanah menggunakan cangkul pada titik contoh yang sama dengan pengambilan tumbuhan bawah dan seresah. Contoh tanah diambil dari 3 kedalaman: 0-5 cm, 5-15 cm dan 15-30 cm, pada 6 titik contoh.

Contoh tanah dalam kantong plastik siap dikirim ke laboratorium untuk dianalisa.

b. Contoh tanah utuh (tidak terganggu) untuk analisis berat jenis (*bulk density*) dan kelembaban (*moisture factor*) dilakukan dengan cara mengambil contoh tanah utuh menggunakan kuadran besi, sesuai dengan kedalaman tanah yang dibutuhkan dengan lokasi yang berdekatan dengan titik pengambilan contoh tanah terganggu.

Kandungan karbon tanah (ton/ha) :

$$C_{si} = \frac{T \cdot BD \cdot C}{1 - MFp}$$

Dimana :
 C_{si} = simpanan karbon pada horizon i
 T = tebal horizon (cm)
 BD = berat jenis (*Bulk density*)
 Mfp = faktor kelembaban (*moisture factor*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Stok Karbon Pada Hutan Tanaman Jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Kupang

Pengelompokan hutan tanaman jati yang menjadi obyek penelitian di dasarkan pada kelas umur (KU). Hutan tanaman jati yang tertua yang berada di dalam kawasan hutan di Kab. Kupang memiliki tahun tanam 1969 atau berumur 41 tahun saat penelitian dilakukan dan masuk dalam KU V. Sedangkan tahun tanam termuda tahun 1984 atau berumur 26 tahun pada saat penelitian dilakukan dan masuk dalam KU V. Pada plot penelitian jarak tanam awal adalah 3 x 1 m. Berikut hasil pengukuran potensi stok karbon di Kab. Kupang :

1. Potensi stok karbon pada kelas umur III

a. Desa Sillu lokasi Penputu

Hutan tanaman jati di lokasi ini memiliki tahun tanam 1982 atau berumur 28 tahun pada saat penelitian dilakukan. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon di Desa Sillu lokasi Penputu disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Potensi stok/simpanan karbon di Desa Sillu lokasi Penputu

Table 2. Carbon sink potency in Sillu Village, Penputu location

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	68,74	78,01	31,62	35,88	89.582,01
Pohon 5-30	137,45	142,43	63,23	65,52	207.295,65
Nekromas 30 up	7,56	9,73	3,48	4,48	9.879,91
Nekromas 5-30	40,70	31,85	18,72	14,65	72.340,76
Seresah	4,91	4,91	2,26	2,26	-
Tumbuhan bawah	0,38	0,38	0,18	0,18	-
Tanah					
Tanah	-	-	25,83	25,83	-
Jumlah	259,76	267,32	145,32	148,80	379,098,33

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer

Source : Result of primary data measurement and analysis

b. Desa Camplong II lokasi Tuanamolo

Hutan tanaman jati di lokasi ini memiliki tahun tanam 1982 atau berumur 28 tahun pada saat penelitian dilakukan. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon di Desa Camplong II lokasi Tuanamolo disajikan dalam Tabel 9.

Dari tabel 2 dan 3 terlihat bahwa simpanan karbon terbesar terdapat pada kategori pohon diameter 5-30 cm. Kategori pohon 5-30 cm memiliki Luas Bidang Dasar (LBDS) yang paling besar. Persamaan allometrik baik menurut Ketterings maupun IPCC memiliki kunci pembuka berupa diameter yang besarnya berbanding lurus besarnya simpanan karbon. Sehingga ketika LBDS nya besar maka biomasa yang dihasilkan juga besar.

Tabel 3. Potensi stok/simpanan karbon di Desa Camplong II lokasi Tuanamalo
 Table 3. Carbon sink potency in Camplong II Village, Tuanamolo location

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	35,48	37,21	16,32	17,12	43.534,10
Pohon 5-30	161,17	153,93	74,14	70,81	243.972,93
Nekromas 5-30	15,05	13,96	6,93	6,42	26.322,98
Nekromas 30 up	2,23	1,52	1,03	0,70	9.350,42
Seresah	2,77	2,77	1,28	1,28	-
Tumbuhan bawah	0,07	0,07	0,03	0,03	-
Tanah					
Tanah	-	-	30,55	30,55	-
Jumlah	216,78	209,46	130,27	126,90	323.180,43

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
 Source : Result of primary data measurement and analysis

Dari tabel 2 dan 3 terlihat juga bahwa nilai simpanan karbon dalam tanah cukup tinggi, hal ini ditunjukkan dari hasil analisis tanah bahwa kandungan C organik di dua lokasi tersebut dibandingkan dengan lokasi yang lain paling tinggi. Menurut Hairiah, dkk (2007), bahwa penyimpanan karbon suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik yang ditunjukkan oleh kandungan C organik yang tinggi.

Dari Tabel 2 dan 3 terlihat bahwa antara lokasi Penputu dengan Tuanamolo memiliki umur yang sama tetapi memiliki simpanan/stok karbon yang sedikit berbeda. Secara biofisik di lapangan memang terdapat perbedaan dimana lokasi Penputu memiliki topografi yang datar dengan solum tanah yang lebih tebal dan tegakan yang ada memiliki diameter yang lebih besar pula (lihat LBDS). Sedangkan lokasi Tuanamolo memiliki topografi yang berbukit dengan solum yang lebih tipis dengan tegakan yang memiliki rata-rata diameter yang lebih tipis jika dibanding lokasi Penputu.

2. Potensi stok karbon pada kelas umur IV
 a. Desa Noelmina lokasi Hapit

Hutan tanaman jati di lokasi ini memiliki tahun tanam 1972 atau berumur 38 tahun pada saat penelitian dilakukan. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon di Desa Noelmina lokasi Hapit disajikan dalam Tabel 10.

Dari tabel 4 terlihat bahwa simpanan karbon terbanyak pada kategori pohon 30 up kemudian diikuti oleh kategori pohon 5-30 up. Perbedaan keduanya tidak begitu jauh. Dari data hasil pengukuran terlihat bahwa untuk kategori pohon 30 up, diameter tegakan yang ada terkonsentrasi pada ukuran 30-35 cm. Sedangkan pada kategori pohon 5-30 up, diameter tegakan terkonsentrasi pada ukuran 25-30 cm. Dengan demikian ketika dimasukkan dalam persamaan *allometrik* akan menghasilkan nilai biomasa yang nantinya akan dikonversi ke nilai simpanan karbon dengan hasil yang tidak jauh berbeda.

b. Desa Sillu lokasi Butin

Hutan tanaman jati di lokasi ini memiliki tahun tanam 1974 atau berumur 36 tahun pada saat penelitian dilakukan. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon di Desa Sillu lokasi Butin disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 4. Potensi stok/simpanan karbon di Desa Noelmina lokasi Hapit
 Table 4. Carbon sink potency in Noelmina village, hapit location

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	119,68	127,19	55,05	58,51	154.302,95
Pohon 5 - 30	108,85	110,05	50,07	50,62	160.023,89
Nekromas 5-30	24,62	24,79	11,33	11,40	45.164,39
Nekromas 30 up	3,76	3,93	1,73	1,81	5.361,07
Seresah	4,31	4,31	1,98	1,98	-
Tumbuhan bawah	0,05	0,05	0,02	0,02	-
Tanah					
Tanah	-	-	1,95	1,95	-
Jumlah	261,28	270,32	122,13	126,29	364.852,30

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
 Source : Result of primary data measurement and analysis

Tabel 5. Potensi stok/simpanan karbon pada Desa Sillu lokasi Butin
 Table 5. Carbon sink potency in Sillu Village, Butin location

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	140,06	148,52	64,43	68,32	178.557,52
Pohon 5-30	39,23	35,97	18,05	16,55	59.018,71
Nekromas 30 up	1,39	1,46	0,64	0,67	1.911,62
Nekromas 5-30	64,95	54,71	29,88	25,17	100.035,83
Seresah	1,76	1,76	0,81	0,81	-
Tumbuhan bawah	1,04	1,04	0,48	0,48	-
Tanah					
Tanah	-	-	14,97	14,97	-
Jumlah	248,43	243,46	129,25	126,96	339.523,68

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
 Source : Result of primary data measurement and analysis

Dari tabel 4 terlihat bahwa simpanan karbon terbesar pada kelas umur IV lokasi Butin berada pada kategori pohon 30 up. Hal ini didukung oleh data dimana nilai LBDS pada kategori pohon 30 up paling besar. Data di lapangan juga menunjukkan dimana jumlah pohon perhektar untuk kategori pohon 30 up lebih banyak yakni 160 pohon dan kategori pohon 5-30 up sebanyak 125 pohon.

Dari tabel 4 juga terlihat bahwa nilai simpanan kategori nekromas 5-30 terbesar kedua setelah kategori pohon 30 up, hal ini didukung oleh fakta dilapangan banyak terdapat pohon-

pohon dengan diameter 5-30 yang tumbang dan kondisi ini belum lama terjadi sehingga belum banyak terjadi pelapukan dan berat jenisnya masih hampir sama dengan pohon yang masih hidup.

3. Potensi stok karbon pada kelas umur V

a. Desa Oebola lokasi Puanmanasi

Hutan tanaman jati di lokasi ini memiliki tahun tanam 1969 atau berumur 41 tahun pada saat penelitian dilakukan. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon di Desa Oebola lokasi Puanmanasi disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Potensi stok/simpanan karbon di Desa Oebola lokasi Puanmanasi

Table 6. Carbon sink potency in Oebola Village, Puanmanasi location

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	97,30	102,74	44,76	47,26	126.333,86
Pohon 5-30	93,90	89,65	43,20	41,24	145.830,68
Nekromas 5-30	18,79	16,62	8,64	7,65	31.928,08
Seresah	4,68	4,68	2,15	2,15	-
Tumbuhan bawah	0,20	0,20	0,09	0,09	-
Tanah					
Tanah	-	-	8,19	8,19	-
	214,87	213,90	107,04	106,59	304.092 ,62

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer

Source : Result of primary data measurement and analysis

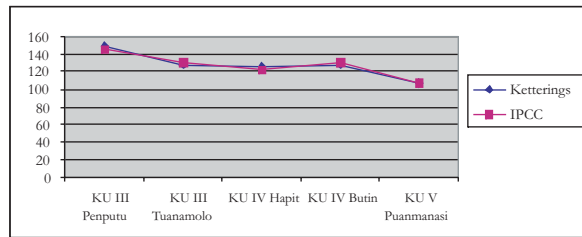
Dari tabel 6 terlihat bahwa simpanan karbon terbesar terdapat pada kategori pohon 30 up yang kemudian diikuti oleh kategori 5-30 up. Hal ini didukung oleh data luas bidang dasar dimana untuk kategori 5-30 memiliki LBDS yang paling tinggi diantara kategori yang lain.

Perbedaan keduanya tidak begitu jauh. Dari data hasil pengukuran terlihat bahwa untuk kategori pohon 30 up, diameter tegakan yang ada terkonsentrasi pada ukuran 30-35 cm. Sedangkan pada kategori pohon 5-30 up, diameter tegakan terkonsentrasi pada ukuran 25-30 cm. Dengan demikian ketika dimasukkan dalam persamaan allometrik akan menghasilkan nilai biomasa yang nantinya akan dikonversi ke nilai simpanan karbon dengan hasil yang tidak jauh berbeda.

Dari gambar 1 terlihat bahwa garis persamaan yang menunjukkan simpanan karbon menurut *allometrik* Kettering dengan Pérez, L.D. & Kanninen pada setiap kelas umur memiliki posisi yang hampir berhimpit. Hal ini menunjukkan bahwa antara allometrik Kettering dengan Pérez, L.D. & Kanninen memberikan hasil yang hampir sama.

Dari gambar 1 juga terlihat bahwa *trend* simpanan karbon antar kelas umur menunjukkan grafik yang mendatar atau hampir sama.

Dari gambar 1 diatas terlihat bahwa simpanan karbon tertinggi terdapat pada kelas umur III lokasi Penputu yakni sebesar adalah 148,48 ton/ha *allometrik* Ketterings dan 145 ton/ha menurut Pérez, L.D. & Kanninen. Hal ini didukung oleh kondisi di lapangan bahwa pada



Gambar 1. Grafik simpanan karbon pada hutan tanaman jati di Kabupaten Kupang menurut *allometrik* Ketterings dan Pérez, L.D. & Kanninen

Graphic 1. Graphic of carbon sink in teak forest of Kupang regency refers to Kettering and Pérez, L.D. & Kanninen *allometric*

lokasi ini kondisinya tegaknya paling bagus baik dari segi kuantitas yakni jumlah pohon perhektar maupun kualitas yakni diameternya (tercermin dari nilai LBDS) dan juga memiliki kondisi tanah yang nilai karbonnya paling tinggi dibandingkan lokasi yang lain dan kelas umur yang lain. Menurut Hairiah, dkk (2007) bahwa jumlah C yang tersimpan di atas tanah (biomasa tanaman) ditentukan oleh jumlah C tersimpan di dalam tanah (bahan organik tanah, BOT).

Dari gambar 1 juga terlihat bahwa simpanan karbon terendah adalah 106,59 ton/ha menurut *allometrik* Ketterings dan sebesar 107,04 ton/ha menurut IPCC yang terletak pada KU V lokasi Puanmanasi. Pada lokasi ini diameter pohon yang ada memang cukup besar tetapi jumlahnya agak jarang. Hal ini dimungkinkan karena lokasi KU V Puanmanasi dekat/berbatasan dengan desa sehingga banyak terjadi pencurian kayu. Pada lokasi tersebut banyak dijumpai tapak-tapak bekas penggembalaan ternak.

B. Potensi Stok Karbon Pada Hutan Tanaman Jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Belu

Seperti halnya di Kabupaten Kupang, pengelompokan hutan tanaman jati yang menjadi obyek penelitian didasarkan pada ke kelas umur (KU). Hutan tanaman jati yang tertua yang berada di dalam kawasan hutan di Kabupaten Belu memiliki tahun tanam 1936 dimana saat dilakukan penelitian berumur 74 tahun dan masuk dalam KU VIII. Sedangkan tahun tanam termuda tahun 1992 atau berumur 18 tahun pada saat penelitian dilakukan dan masuk dalam KU II. Berikut hasil pengukuran potensi stok karbon di Kabupaten. Belu :

1. Potensi stok karbon pada kelas umur (KU) II

Hutan tanaman jati KU II memiliki tahun tanam 1992 atau berumur 18 tahun pada saat penelitian dilakukan. Jarak tanam awal 3 x 2 m. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon pada KU II disajikan dalam Tabel 7.

Dari tabel 7 terlihat bahwa simpanan karbon terbesar terdapat pada kategori tanah kemudian baru diikuti oleh kategori pohon 5-30 up. Dari data hasil analisis tanah, lokasi KU II ini memiliki kandungan C organik yang paling tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Sedangkan menurut Hairiah, dkk (2007) kandungan C yang tinggi berbanding lurus dengan simpanan C.

Tabel 7. Potensi stok/simpanan karbon pada KU II
Table 7. Carbon sink potency at age class II

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	IPCC	Pérez, L.D. & Kanninen	IPCC	
Atas Tanah					
Pohon 5-30	96.07	101.56	44.19	46.72	171,425.18
Nekromas 30 up	1.66	1.79	0.76	0.82	2,313.41
Nekromas 5-30	9.75	9.46	4.48	4.35	14,157.67
Seresah	7.45	7.45	3.43	3.43	-
Tumbuhan bawah	0.70	0.09	0.32	0.04	-
Tanah					
Tanah	-	-	57.42	57.42	-
Jumlah	115.62	120.35	110.61	112.78	

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
Source : Result of primary data measurement and analysis

Kondisi di lapangan sendiri menunjukkan pada lokasi tersebut banyak terjadi gangguan dimana pohon-pohon banyak ditebang, hal ini ditunjukkan oleh banyaknya bekas trubusan. Pohon yang ada diameternya tergolong kecil untuk ukuran jati berumur 18 tahun, hal ini disebabkan besarnya gangguan penebangan yang terjadi. Bahkan hampir tidak dijumpai tanaman awal karena hampir semua tanaman sudah ditebang dan berganti dengan pohon hasil trubusan.

2. Potensi stok karbon pada kelas umur (KU) IV

Hutan tanaman jati KU IV berlokasi di kelompok hutan Lakaan Mandeu lokasi Fatubesi memiliki tahun tanam 1978 atau berumur 32 tahun pada saat penelitian dilakukan. Jarak tanam awal 3 x 1 m. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon pada KU IV disajikan dalam tabel 8.

Dari tabel 8 terlihat bahwa simpanan karbon paling banyak pada kategori pohon 5-30. Data dari lapangan menunjukkan bahwa pada lokasi ini belum dijumpai tegakan dengan diameter di atas 30 cm atau dengan kata lain tegakan yang didominasi oleh pohon berdiameter 5-30 cm. Hal ini dimungkinkan karena kondisi tapaknya yang kurang subur sehingga pertumbuhan tanaman lambat. Hasil analisis tanah juga menunjukkan bahwa kandungan C ditempat tersebut juga tergolong rendah (5%) disamping parameter kesuburan yang lain seperti N, P dan K juga tergolong rendah.

Kondisi di lapangan juga menunjukkan dimana lokasi KU IV memiliki topografi yang berbukit dengan solum yang sangat tipis bahkan cenderung tidak ada. Tanaman yang ada juga berdiameter kurang dari 30 cm.

Tabel 8. Potensi stok/simpanan karbon pada KU IV
Table 8. Carbon sink potency at age class IV

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 5-30	138,65	127,14	63,78	58,49	222.603,50
Nekromas 5-30	5,03	4,28	2,32	1,97	9.685,51
Seresah	3,53	3,53	1,62	1,62	-
Tumbuhan bawah	0,99	0,99	0,46	0,46	-
Tanah					
Tanah	-	-	1,12	1,12	-
Jumlah	148,20	135,94	69,29	63,65	-

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
Source : Result of primary data measurement and analysis

3. Potensi stok karbon pada kelas umur (KU) V

Hutan tanaman jati KU V berlokasi di kelompok hutan Udukama lokasi Nekasa memiliki tahun tanam 1965 atau berumur 45 tahun pada saat penelitian dilakukan. Jarak tanam awal 3 x 1 m. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon pada KU V disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Potensi stok/simpanan karbon pada KU V
Table 9. Carbon sink potency at age class V

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	140,61	134,66	64,68	61,94	179.866,64
Pohon 5-30	172,08	149,22	79,16	68,64	256.568,47
Nekromas 5-30	9,88	9,64	4,55	4,43	14.380,97
Seresah	4,47	4,47	2,06	2,06	-
Tumbuhan Bawah	2,44	2,44	1,12	1,12	-
Tanah					
Tanah	-	-	5,57	5,57	-
Jumlah	329,49	300,42	157,13	143,76	-

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
Source : Result of primary data measurement and analysis

Dari tabel 9 terlihat bahwa simpanan karbon terbesar pada kategori pohon 5-30 kemudian diikuti oleh pohon kategori 30 up, tetapi perbedaannya tidak begitu jauh. Pada KU V sudah mulai dijumpai pohon kategori 30 up tetapi sebaran diameternya masih berada pada 30 cm lebih sedikit. Demikian pula pada kategori 5-30 sebaran diameternya berada pada 30

kurang sedikit, sehingga ketika dimasukkan dalam persamaan allometrik akan menghasilkan kandungan biomasa yang hampir sama.

4. Potensi stok karbon pada kelas umur (KU) VI

Hutan tanaman jati KU VI berlokasi di kelompok hutan Udukama lokasi Nekasa memiliki tahun tanam 1955 atau berumur 55 tahun pada saat penelitian dilakukan. Jarak tanam awal 3 x 1 m. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon pada KU VI disajikan dalam tabel 10.

Tabel 10. Potensi stok/simpanan karbon pada KU VI

Table 10. Carbon sink potency at age class VI

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	132,63	157,36	61,01	72,39	157.215,76
Pohon 5-30	221,73	227,03	102,00	104,44	351.330,94
Nekromas 5-30	7,97	7,31	3,67	3,36	13.634,55
Seresah	3,78	3,78	1,74	1,74	
Tumbuhan Bawah	2,52	2,52	1,16	1,16	
Tanah					
Tanah			1,15	1,15	
Jumlah	368,64	398,01	170,72	184,23	

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer

Source : Result of primary data measurement and analysis

Dari tabel 10. diatas terlihat bahwa simpanan karbon tertinggi berada pada kategori pohon 5-30 kemudian diikuti oleh kategori pohon 30 up. Hal tersebut dimungkinkan dimana kondisi tapaknya kurang subur, tegakan pada KU VI masih banyak yang memiliki diameter yang kurang dari 30 cm. Dari data LBDS juga ditunjukkan bahwa kategori 5-30 mempunyai nilai yang paling besar.

5. Potensi stok karbon pada kelas umur (KU) VII

Hutan tanaman jati KU VII berlokasi di kelompok hutan Udukama lokasi Nekasa memiliki tahun tanam 1946 atau berumur 64 tahun pada saat penelitian dilakukan. Jarak tanam awal 2 x 1 m. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon pada KU VII disajikan dalam tabel 11.

Dari tabel 11 terlihat bahwa simpanan karbon paling tinggi terdapat pada kategori pohon 30 up. Hal tersebut dimungkinkan karena pada kelas umur VII biasanya tegakan jati telah memiliki diameter diatas 30 cm, sehingga pada KU VII didominasi oleh pohon berdiameter diatas 30 cm. Hal ini didukung juga oleh nilai LBDS dimana kategori pohon 30 up memiliki nilai LBDS yang paling besar.

Tabel 11. Potensi stok/simpanan karbon pada KU VII
 Table 11. Carbon sink potency at class age VII

Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	I Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	236,88	261,35	108,96	120,22	213.683,09
Pohon 5-30	121,00	111,39	55,66	51,24	195.080,94
Nekromas 30 up	5,43	7,62	2,50	3,50	6.125,27
Seresah	4,07	4,07	1,87	1,87	
Tumbuhan Bawah	0,90	0,90	0,41	0,41	
Tanah					
Tanah			1,01	1,01	
Jumlah (ton/ha)	368,27	385,32	170,42	178,26	

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
 Source : Result of primary data measurement and analysis

6. Potensi stok karbon pada kelas umur (KU) VIII

Hutan tanaman jati KU VIII berlokasi di kelompok hutan Udukama lokasi Nekasa memiliki tahun tanam 1937 atau berumur 73 tahun pada saat penelitian dilakukan. Jarak tanam awal 2 x 1 m. Hasil pengukuran stok/simpanan karbon pada KU VIII disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Potensi stok/simpanan karbon pada KU VIII
 Table 12. Carbon sink potency at age class VIII

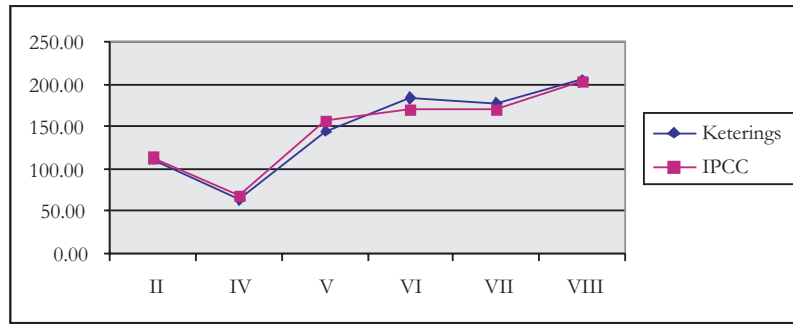
Kategori	Biomasa (ton/ha)		Simpanan C (ton/ha)		LBDS (m ²)
	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	Pérez, L.D. & Kanninen	Ketterings	
Atas tanah					
Pohon 30 up	235,94	264,90	108,53	121,85	266.467,56
Pohon 5-30	184,67	165,15	84,95	75,97	301.433,12
Nekromas 5-30	16,47	11,32	7,58	5,21	27.028,26
Seresah	2,03	2,03	0,94	0,94	
Tumbuhan Bawah	0,72	0,72	0,33	0,33	
Tanah					
Tanah			1,11	1,11	
Jumlah	439,83	444,12	203,43	205,41	

Sumber : Hasil pengukuran dan analisis data primer
 Source : Result of primary data measurement and analysis

Dari tabel 12 terlihat bahwa simpanan karbon paling tinggi terdapat pada kategori pohon 30 up. Hal tersebut dimungkinkan karena pada kelas umur VIII biasanya tegakan jati

telah memiliki diameter diatas 30 cm. Hal ini didukung juga oleh nilai LBDS dimana kategori pohon 30 up memiliki nilai LBDS yang paling besar.

Dari data-data di atas menunjukkan bahwa simpanan karbon tertinggi didominasi oleh kategori pohon baik kategori pohon 5-30 maupun pohon 30 up. Hanya pada kelas umur II saja yang tidak demikian karena tegakannya dalam kondisi sangat terganggu oleh penebangan liar.



Gambar 2. Grafik simpanan karbon pada setiap kelas umur menurut allometrik Kettering dengan Pérez, L.D. & Kanninen

Graphic 2. Graphic of carbon sink in each age class refers to Kettering and Pérez, L.D. & Kanninen allometric

Dari gambar 2 terlihat bahwa garis persamaan yang menunjukkan simpanan karbon menurut allometrik Kettering dengan Pérez, L.D. & Kanninen pada setiap kelas umur memiliki posisi yang hampir berhimpit. Hal ini menunjukkan bahwa antara allometrik Kettering dengan Pérez, L.D. & Kanninen memberikan hasil yang hampir sama.

Dari gambar 2 juga terlihat bahwa simpanan karbon tertinggi terdapat pada kelas umur VIII yakni sebesar 205,41 ton/ha allometrik Ketterings dan 203,43 ton/ha menurut Pérez, L.D. & Kanninen. Hal ini dimungkinkan karena pada kelas umur VIII tegakan yang ada memiliki diameter yang paling besar dibanding kelas umur di bawahnya.

Dari gambar 2 terlihat juga bahwa simpanan karbon terendah adalah 63,65 ton/ha menurut allometrik Ketterings dan sebesar 69,29 ton/ha menurut Pérez, L.D. & Kanninen yang terletak pada KU IV. Hal ini terjadi karena kondisi tegakannya dengan total LBDS yang besarnya tidak berbeda jauh dengan KU II tetapi pada KU II memiliki kandungan C di tanah jauh lebih besar dibanding KU IV, sehingga jumlah totalnya akan lebih besar KU II.

Dari gambar 2 juga terlihat bahwa *trend* simpanan karbon dari KU II sampai dengan KU VIII menunjukkan kecenderungan yang naik seiring dengan naiknya kelas umur kecuali dari KU II ke KU IV yang sempat menurun dikarenakan kondisi tapaknya yang kurang subur dibandingkan dengan lokasi yang lain.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Stok karbon tertinggi pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Kupang menurut allometrik Ketterings sebesar 148,48 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen 145,32 ton/ha yang terletak pada kelas umur III.
2. Stok karbon terendah pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Kupang menurut allometrik Ketterings sebesar 106,59 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen 107,04 ton/ha yang terletak pada kelas umur V.
3. Stok karbon tertinggi pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Belu menurut allometrik Ketterings sebesar 205,41 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen 203,43 ton/ha yang terletak pada kelas umur VIII.
4. Stok karbon terendah pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Belu menurut allometrik Ketterings sebesar 63,65 ton/ha dan menurut Pérez, L.D. & Kanninen 69,29 ton/ha yang terletak pada kelas umur IV.
5. Stok karbon terbesar dalam satu kelas umur berada pada kategori pohon baik kategori pohon 30 up maupun kategori pohon 5-30.
6. Simpanan karbon menurut allometrik Kettering dan Pérez, L.D. & Kanninen, M. menunjukkan hasil yang hampir sama.
7. *Trend* simpanan karbon antar kelas umur pada kawasan hutan jati di Kabupaten Kupang menunjukkan grafik yang mendatar atau hampir sama pada setiap kelas umur.
8. *Trend* simpanan karbon antar kelas umur pada kawasan hutan jati (*Tectona grandis*) di Kabupaten Belu menunjukkan *trend* naik seiring naiknya kelas umur.
9. Berdasarkan data yang diperoleh, jumlah simpanan karbon dalam tanah mempunyai pengaruh yang cukup nyata terhadap total simpanan karbon.
10. Perbedaan simpanan karbon tanah pada penelitian ini, lebih banyak dipengaruhi oleh faktor tingkat gangguan dari luar (aktivitas manusia dan ternak), aliran permukaan (*run off*) dan kelas umur.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi untuk mendapatkan nilai simpanan karbon yang lebih teliti dan sesuai dengan kondisi yang ada pada hutan jati di Kabupaten Kupang maupun di Kabupaten Belu.
2. Pendugaan nilai simpanan karbon yang sesungguhnya secara keseluruhan dapat dilakukan dengan pendekatan rata-rata diameter untuk setiap kelas umurnya dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah ada maupun persamaan allometrik baru berdasarkan penelitian yang menggunakan metode *destructive sampling*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994. Data Tanaman Reboisasi Sebelum Pelita s/d Pelita V di wilayah Kerja Cabang Dinas Kehutanan Kupang. Tidak dipublikasikan
- Hairiah, K. & Rahayu, S., 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Agroforestry Center-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya (Unibraw). Bogor. 77 p.
- Ketterings, Q.M., Coe, R., Van Noordwijk, M. and Palm, C. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management* 146: 199-209
- Pérez, L.D. & Kanninen, M. 2003. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 15(1):199-213.
- Stern, N. 2007. *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge
- Sutaryo, D., 2009. Penghitungan Biomassa : Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetland International Indonesia Programme. Bogor.
- Wibowo, A. 2010. RPI Pengembangan Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kehutanan. Puslitsosek Bogor. Bogor